


[my account](#) [learning center](#) [patent cart](#) [document ca](#)

home

research ▾

patents ▾

alerts ▾

documents ▾

**CHAT LIVE**  
 Be Back Shortly!


Mon-Fri 4AM to 10PM ET

**Format Examples****US Patent**

US6024053 or 6024053

**US Design Patent** D0318249**US Plant Patents** PP8901**US Reissue** RE35312**US SIR** H1523**US Applications** 20020012233**World Patent Applications**

WO04001234 or WO2004012345

**European** EP01302782**Great Britain Applications**

GB2018332

**French Applications** FR02842406**German Applications**

DE29980239

**Nerac Document Number (NDN)**certain NDN numbers can be used  
for patents[view examples](#)6.0 recommended  
Win98SE/2000/XP
 **Patent Ordering**
**Enter Patent Type and Number:** optional reference note
**GO**

☐ Add patent to cart automatically. If you  
 uncheck this box then you must *click on*  
 Publication number and view abstract to Add to  
 Cart.

57 Patent(s) in Cart

**Patent Abstract**
**Add to cart**
**GER 1986-04-30 03538460 CERAMIC RADIATORS AND  
 PROCEDURES TO HIS/ITS MANUFACTURE**
**INVENTOR-** ISHIGURO, FUJIO, NAGOYA, AICHI, JP JP**INVENTOR-** MAEDA, HIDEO, KANI, GIFU, JP JP**APPLICANT-** NGK INSULATORS LTD., NAGOYA, AICHI, JP  
JP**PATENT NUMBER-** 03538460/DE-A1**PATENT APPLICATION NUMBER-** 03538460**DATE FILED-** 1985-10-29**DOCUMENT TYPE-** A1, DOCUMENT LAID OPEN (FIRST  
PUBLICATION)**PUBLICATION DATE-** 1986-04-30**INTERNATIONAL PATENT CLASS-** H05B00308;  
G01N02750; G01N02756B2; G01N027406D**PATENT APPLICATION PRIORITY-** 22887484, A**PRIORITY COUNTRY CODE-** JP, Japan**PRIORITY DATE-** 1984-11-01**FILING LANGUAGE-** German**LANGUAGE-** German NDN- 203-0163-6982-9


**EXEMPLARY CLAIMS-** 1. Ceramic heating element,  
 characterized by an oblong, plattenfoermiges ceramic  
 substrate, a resistance heating element arranged in the  
 proximity at least one end of the ceramic substrate and a  
 pair oblong, streifenfoermige, conductive ladder, which of  
 both to the other end of the ceramic substrate extends  
 Poland of the Widerstandsheitelements, whereby the ladder  
 a resistivity have, which is smaller than that of the  
 resistance heating element. 2. Ceramic heating element

according to requirement 1, thus gekenn draws that the total width of the leaders does not amount to any more than the half width of the ceramic substrate. 3. Ceramic heating element according to requirement 1, thus gekenn draws that the entire Widerstandsheitelement and at least the resistance heating element obvious part of the leaders into the ceramic substrate are embedded. 4. Ceramic heating element according to requirement 1, by the fact characterized that the ceramic substrate is an essentially rectangular substrate with a length of no more as 50 mm and width of no more than 7 mm. 5. Oxygen sensor element marked by heating unit and sensor unit, thereby that the heating unit an oblong, plate-like ceramic substrate, a resistance heating element arranged in the proximity at least one end of the ceramic substrate and a pair oblong, streifenfoermige, of which both Poland of the resistance heating element exhibits on the other hand the end of the ceramic substrate running ladder of smaller resistivity than that of the heating element, and that the sensor unit a leading, solid electrolyte body, at least in the proximity at least one end of the solid electrolyte body angeqrdnees a pair a.us measuring and reference electrode and of the measuring and reference electrode on the other hand the end of the solid electrolyte body running, exhibits oxygen ions conductive ladder, whereby the heating unit like that with the sensor unit to a part is united that itself Resistance heating element close at the

NO-DESCRIPTORS

 **proceed to checkout**

Nerac, Inc. One Technology Drive • Tolland, CT • 06084 • USA  
Phone +1.860.872.7000 • [Contact Us](#) • [Privacy Statement](#) • ©1995-2006 All Rights Reserved

⑩ BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND  
  
DEUTSCHES  
PATENTAMT

⑪ Offenlegungsschrift  
DE 3538460 A1

⑫ Int. Cl. 4:  
H05B 3/08  
G 01 N 27/50

⑬ Aktenzeichen: P 35 38 460.3  
⑭ Anmeldetag: 29. 10. 85  
⑮ Offenlegungstag: 30. 4. 86

Behördeneigenthum

DE 3538460 A 1

⑯ Unionspriorität: ① ② ③  
01.11.84 JP P 228.874/84

⑰ Anmelder:  
NGK Insulators Ltd., Nagoya, Aichi, JP

⑱ Vertreter:  
Tiedtke, H., Dipl.-Ing.; Böhning, G., Dipl.-Chem.;  
Kinze, R., Dipl.-Ing.; Grupe, P., Dipl.-Ing.; Fellmann,  
H., Dipl.-Ing.; Grams, K., Dipl.-Ing.; Struß, B.,  
Dipl.-Chem. Dr. rer. nat., Pat.-Anw., 8000 München

⑲ Erfinder:  
Ishiguro, Fujio, Nagoya, Aichi, JP; Maeda, Hideo,  
Kani, Gifu, JP

Rüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

① Keramischer Heizkörper und Verfahren zu seiner Herstellung

Es wird ein keramischer Heizkörper und ein Verfahren zu seiner Herstellung sowie ein Sauerstoffsensor-Element beschrieben. Der keramische Heizkörper hat ein längliches, plattenförmiges Keramiksubstrat, ein auf dem Keramiksubstrat angeordnetes Widerstandsheizelement und ein Paar von dem Widerstandsheizelement ausgehender Leiter, deren spezifischer Widerstand kleiner als der des Widerstandsheizelements ist. Das Sauerstoffsensor-Element hat eine Heizeinheit und eine Sensoreinheit, wobei die Heizeinheit ein längliches, plattenförmiges Keramiksubstrat mit darauf angeordnetem Widerstandsheizelement und Leiterpaar aufweist und die Sensoreinheit mit der Heizeinheit zu einem Teil verbunden ist und einen Sauerstoffionen leitend, festen Elektrolytkörper mit darauf ausgebildeten Bezugs- und Meßelektroden und Leitern umfaßt.

DE 3538460 A 1

**TIEDTKE - BÜHLING - KINNE - GRUPE**  
**PELLMANN - GRAMS - STRUIF**

3538460

Patentanwälte und  
Vertreter beim EPA  
Dipl.-Ing. H. Tiedtke  
Dipl.-Chem. G. Bühlung  
Dipl.-Ing. R. Kinne  
Dipl.-Ing. P. Grupe  
Dipl.-Ing. B. Pellmann  
Dipl.-Ing. K. Grams  
Dipl.-Chem. Dr. B. Struif



Bavariastr. 4, Postfach 20 24 03  
8000 München 2  
Tel.: 0 89 - 53 96 53  
Telex: 5-24 845 tipat  
Telecopier: 0 89 - 53 73 77  
cable: Germaniapatent München

29. Oktober 1985

DE 5263 /

case 59-228,874

#### Patentansprüche

1. Keramischer Heizkörper, gekennzeichnet durch ein längliches, plattenförmiges Keramiksubstrat, ein in der Nähe wenigstens eines Endes des Keramiksubstrats angeordnetes Widerstandsheizelement und ein Paar längliche, streifenförmige, leitfähige Leiter, die sich von den beiden Polen des Widerstandsheizelements zu dem anderen Ende des Keramiksubstrats erstrecken, wobei die Leiter einen spezifischen Widerstand haben, der kleiner als der des Widerstandsheizelements ist.

2. Keramischer Heizkörper nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Gesamtbreite der Leiter nicht mehr als die halbe Breite des Keramiksubstrats beträgt.

3. Keramischer Heizkörper nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das gesamte Widerstandsheizelement und wenigstens ein des Widerstandsheizelement naheliegender Teil der Leiter in das Keramiksubstrat eingebettet sind.

X

4. Keramischer Heizkörper nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das Keramiksubstrat ein im wesentlichen rechteckiges Substrat mit einer Länge von nicht mehr als 50 mm und einer Breite von nicht mehr als 7 mm ist.

5. Sauerstoffsensor-Element mit einer Heizeinheit und einer Sensoreinheit, dadurch gekennzeichnet, daß die Heizeinheit ein längliches, plattenartiges Keramiksubstrat, ein in der Nähe wenigstens eines Endes des Keramiksubstrats angeordnetes Widerstandsheizelement und ein Paar längliche, streifenförmige, von den beiden Polen des Widerstandsheizelements zum anderen Ende des Keramiksubstrats verlaufende Leiter von geringerem spezifischem Widerstand als dem des Heizelements aufweist, und daß die Sensoreinheit einen Sauerstoffionen leitenden, Festelektrolytkörper, wenigstens ein in der Nähe wenigstens eines Endes des Festelektrolytkörpers angeordnetes Paar aus Meß- und Bezugsselektrode und von der Meß- und Bezugsselektrode zum anderen Ende des Festelektrolytkörpers verlaufende leitfähige Leiter aufweist, wobei die Heizeinheit so mit der Sensoreinheit zu einem Teil vereinigt ist, daß sich das Widerstandsheizelement nahe an der Meßelektrode oder der Bezugsselektrode befindet.

6. Sauerstoffsensor-Element nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß die gesamte Breite der Leiter in der Heizeinheit nicht mehr als die halbe Breite des Keramiksubstrats beträgt.

7. Sauerstoffsensor-Element nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß das gesamte Widerstandsheizelement und wenigstens ein dem Widerstandsheizelement in der Heizeinheit naheliegender Teil der Leiter in das Keramiksubstrat eingebettet sind.

8. Sauerstoffsensor-Element nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß auf dem Keramiksubstrat wenigstens ein streifenförmiger leitfähiger Leiter parallel zu und in im wesentlichen der gleichen Ebene wie die Leiter in der Heizeinheit angeordnet ist und

**X**

die Gesamtbreite dieser Leiter nicht mehr als die halbe Breite des Keramiksubstrats beträgt.

9. Sauerstoffsensor-Element nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß der streifenförmige Leiter ein Leiter ist, der wenigstens an die genannte Elektrode der Sensoreinheit angeschlossen ist.

10. Sauerstoffsensor-Element nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß der Leiter in der genannten Heizeinheit und der genannten Sensoreinheit aus einem leitfähigen Material hergestellt ist, das im wesentlichen aus einem Metall der Platingruppe besteht.

11. Sauerstoffsensor-Element nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, daß das Metall der Platingruppe unter Platin, Rhodium, Palladium, ihren Legierungen und ihren Mischungen ausgewählt ist.

12. Sauerstoffsensor-Element nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, daß das leitfähige Material Keramik enthält.

13. Sauerstoffsensor-Element nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, daß die Keramik Zirkonoxid und/oder Aluminiumoxid ist.

14. Sauerstoffsensor-Element nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß das Widerstandsheizelement und die Leiter, die jeweils einen gegebenen Widerstandswert haben, in der Weise gebildet sind, daß man eine leitfähige Paste in den dem Widerstandsheizelement und den Leitern entsprechenden Bereichen auf das Keramiksubstrat durch Drucken aufbringt und sie dann brennt.

15. Verfahren zur Herstellung eines keramischen Heizkörpers; dadurch gekennzeichnet, daß man

(a) auf das Ende der Oberfläche eines länglichen, plattenförmigen, ungebrannten Keramiksubstrats durch Drucken eine leitfähige

X

3538460

- 4 -

Paste zur Bildung eines Widerstandsheizelements mit gegebenem Widerstandswert nach dem Brennen aufbringt,

(b) auf die Oberfläche des ungebrannten Keramiksubstrats durch Drucken eine leitfähige Paste zur Bildung eines Leiters mit einem spezifischen Widerstand, der nach dem Brennen kleiner als der des Widerstandsheizelements ist, so aufbringt, daß sie sich von der das Widerstandsheizelement bildenden leitfähigen Paste in Streifenform zum anderen Ende des ungebrannten Keramiksubstrats hin erstreckt, und

(c) die gesamte Einheit brennt.

**X**

**TIEDKE - BÜHLING - KINNE - GRUPE**  
**PELLMANN - GRAMS - STRUIF**

3538460

- 5 -

Patentanwälte und  
 Vertreter beim EPA  
 Dipl.-Ing. H. Tiedke  
 Dipl.-Chem. G. Bühlung  
 Dipl.-Ing. R. Kinne  
 Dipl.-Ing. P. Grube  
 Dipl.-Ing. B. Pellmann  
 Dipl.-Ing. K. Grams  
 Dipl.-Chem. Dr. B. Struif



Bavariaring 4, Postfach 202403  
 8000 München 2  
 Tel.: 089-539653  
 Telex: 5-24845 tipat  
 Telecopier: 089-537377  
 cable: Germanipatent München

29. Oktober 1985

DE 5263 /

case 59-228,874

NGK Insulators, Ltd.

Nagoya-shi, Japan

Keramischer Heizkörper und Verfahren zu  
 seiner Herstellung

Die Erfindung betrifft einen keramischen Heizkörper, der selbst als Heizkörper oder als eine Heizeinheit für einen beheizten Sauerstoffsensor dient, wobei man am Ende eines länglichen, plattenförmigen Keramiksubstrats ein Widerstandsheizelement anordnet. Die Erfindung betrifft insbesondere eine Verbesserung eines Leiters für Energiezuführung zu einem keramischen Heizkörper.

Keramische Heizkörper, bei denen ein Widerstandsheizelement auf einem Endteil eines länglichen, stab- oder plattenförmigen Keramiksubstrats angeordnet ist, wurden bisher in großem Umfang als Einsatzheizkörper oder als Heizeinheit für einen beheizten Sauerstoffsensor benutzt.

Insbesondere gibt es Sauerstofffühler zur Bestimmung der Sauerstoffkonzentration in dem Abgas eines Kraftfahrzeugs, bei denen der durch Anordnung des Widerstandsheizelements auf dem Endteil eines länglichen, plattenförmigen Keramiksubstrats gebildete keramische Heizkörper mit einem Detektorelement vereinigt ist, um so das Detektorteil zu erhitzen.





Ein solcher Sauerstoffsensor hat den beispielsweise in den Figuren 5 und 6 gezeigten Aufbau.

In Fig. 5 ist eine auseinander gezogene Ansicht eines Sauerstoffsensor-Elements 40 gezeigt. Dieses Element 40 umfaßt im allgemeinen eine Sensoreinheit 50 und eine Heizeinheit 60.

In der Sensoreinheit 50 ist eine Außenschale gebildet durch Obereinanderlegen eines länglichen, plattenförmigen Fest-Elektrolytkörpers 51, der aus einem hauptsächlich aus Zirkonoxid bestehenden, Sauerstoffion-leitenden, festen Elektrolyten hergestellt ist, und einer Festelektrolyt-Platte 56, die aus dem gleichen Werkstoff hergestellt ist und mit einer Längsausnehmung 57 versehen ist, die sich von dem einen Ende der Platte bis in die Nähe ihres anderen Endes erstreckt.

Auf das eine Ende der Stirnfläche des Festelektrolytkörpers 51 ist durch einen Druckvorgang eine poröse MeBelektrode 52 aus Platin oder dergl. aufgebracht, während eine Bezugslektrode 55 aus dem gleichen Material auf die rückseitige Fläche des Fest-Elektrolytkörpers 51 aufgebracht ist, so daß sie der MeBelektrode 52 gegenüberliegt.

Zwei Leiter 58,59, die aus dem gleichen Material wie die Elektroden 52,55 bestehen und sich in Längsrichtung vor den Elektroden 52,55 zu dem anderen Ende des Körpers 51 erstrecken, sind in Streifenform auf die beiden Oberflächen des Festelektrolytkörpers 51 aufgebracht, wobei die Enden dieser Leitungen eine Anschlußklemme 53 für die Bezugslektrode und eine Anschlußklemme 54 für die MeBelektrode bilden.

In der Heizeinheit 60 sind zwei längliche, plattenförmige, keramische Isolatorkörper 61,62 übereinander gelegt, und zwischen ihnen ist an ihrem einen Ende ein Widerstandsheizelement 65 angeordnet. Ferner sind zwischen den keramischen Isolatorkörpern 61 und 62 zwei

streifenförmige leitfähige Leiter 66,67 angeordnet, die sich von den beiden Polen des Widerstandsheizelements 65 zum anderen Ende der keramischen Isolatorkörper 61,62 erstrecken.

Da die Länge des keramischen Isolatorkörpers 62 kleiner als die des keramischen Isolatorkörpers 61 ist, liegen die Enden der Leiter 66,67 von dem keramischen Isolatorkörper 62 frei, so daß Anschlüsse 63,64 für den Anschluß an eine äußere Stromquelle gebildet werden.

Die Heizeinheit 60 ist an einer Seite der Sensoreinheit 50 angebracht, so daß ein mit einem Heizkörper versehenes Sauerstoffsensor-Element 40 gebildet wird.

Wie in Figur 6 gezeigt, ist das Mittelteil des Sauerstoffsensor-Elements 40 in einer in der Mitte des Porzellan-Isolators 72a gebildete, quadratische Längsausnehmung (nicht dargestellt) eingesetzt, und sein benachbartes Detektorteil, das dem zu bestimmenden Gas, z.B. einem Abgas oder dergl. ausgesetzt ist, ist in eine in der Mitte eines Porzellan-Isolators 72b ausgebildete, quadratische Längsausnehmung (nicht dargestellt) eingesetzt, wobei diese Isolatoren von einem hohlen Schutzrohr 71 ummantelt sind, das aus Metall hergestellt ist. Das Sauerstoffsensor-Element 40 ist durch ein Füllmaterial 73, wie z.B. Zement, Talkum, Glas oder dergl., und ein Füllmaterial 78, wie z.B. Talkum oder dergl., festgelegt, die auf die Ober- und Unterseite des Porzellan-Isolators 72a aufgelegt sind.

An dem vorderen Ende 71a des Schutzrohres 71 sind mehrere Öffnungen 75 ausgebildet, so daß die an Ende des innerhalb des vorderen Endes 71a freiliegenden Sauerstoffsensor-Elements 40 befindliche Meßelektrode 52 mit dem Abgas in Berührung kommt. In das hintere Ende 71b des Schutzrohres 71 ist ein Gummistopfen 76 eingesetzt. Die durch den Gummistopfen 76 führenden Leiterdrähte 77a-77c und der an das Schutzrohr 71 führende Erdleiter 77d sind an zugehörige Federklinken 79a-79d angeschlossen, die in einem Porzellanstecker 74 angeordnet sind. Jedes dieser Klinkenteile ist in elek-

**X**

trischen Kontakt mit jedem der Anschlußklemmen 63,64 der Heizeinheit 60, dem Bezugselektrodenanschluß 53 und dem Meßelektrodenanschluß 54, die auf dem Sauerstoffsensor-Element 40 vorgesehen sind.

Der Sauerstoffsensor 70 der oben beschriebenen Bauart dient beispielsweise zur Bestimmung der Sauerstoffkonzentration in einem Abgas in der Weise, daß man das vordere Ende 71a des Schutzrohres 71 in die Abgasleitung eines Kraftfahrzeugs einsetzt. In diesem Fall wird dem Widerstandsheizelement 65 in der Heizeinheit 60 Strom zugeführt, um den Bereich der Sensoreinheit 50 einschließlich der Elektroden 52 und 55 zu erhitzen und so die Sensoreinheit 50 zu aktivieren, wodurch die Bestimmungsgenauigkeit und die Empfindlichkeit des Sensors besonders dann verbessert werden, wenn die Abgastemperatur nicht mehr als 500 °C beträgt.

Wenn die Abgastemperatur jedoch etwa 900 °C beträgt, wird die Temperatur des vorderen Endes 71a höher, und demzufolge ist infolge Wärmeleitung die Temperatur des Steckerteils ziemlich hoch, so daß die Anschlußdrähte und dergl. Schaden nehmen können. Aus diesem Grund wird der Einsatz des oben beschriebenen länglichen Sauerstoffsensors 70 dadurch vorteilhaft, daß die Betriebssicherheit bezüglich der elektrischen Leitung durch den Schutz der Leiterdrähte 77a-77d und die Federklippen 79a-79d verbessert wird.

Da die Länge der Leiter 66,67 in einem solchen länglichen Sauerstoffsensor beträchtlich wird, wird der Widerstand jedes dieser Leiter 66,67 groß, und infolgedessen wird der durch die Leitung 66,67 von der Heizeinheit und den Leitern zugeführten Energie verbrauchte Energieanteil groß. Um den Detektorteil des Sauerstoffsensor-Elements über einer gegebenen Temperatur zu halten, ist daher eine große Energie erforderlich im Vergleich zum Einsatz eines Sensorelements mit einem kurzen Leiter.

Wenn in dem obigen Sauerstoffsensor 70 die Leiter 66,67 aus dem gleichen Material wie das Widerstandsheizelement 65 beste-

**X**

hen, bedient man sich einer Maßnahme, bei der die Breite 0, jedes Leiters 66,67 verbreitert wird, um ihren Widerstand und damit ihren Stromverbrauch zu verringern.

Wenn man jedoch beim Brennen des zusammengesetzten Sauerstoffsensor-Elements 40 die Breite der Leiter 66,67 vergrößern will, entstehen einige Probleme, wie nachfolgend ausgeführt wird. Wenn nämlich das Widerstandselement 65 und die Leiter 66,67 zwischen den ungebrannten, keramischen Isolatorschichten 61 und 62 angeordnet werden und dann unter Anlage an der ungebrannten Sensoreinheit 50 gebrannt werden, wird - da das Verhältnis der Gesamtfäche der Leiter 66,67 zu der Fläche der oberen und unteren keramischen Isolatorschicht 61,62 groß ist - die direkte Verbindungsfläche zwischen der oberen und unteren keramischen Isolatorschicht 61 und 62 klein und die Bindungsfestigkeit nach dem Brennen demgemäß erniedrigt, d.h. die Bindungskraft in dem die Leiter 66,67 enthaltenden Bereich ist nach dem Brennen schwach. Da ferner gewöhnlich eine Differenz in der infolge des Brennens auftretenden Schrumpfung zwischen dem Leiter 66,67 und der keramischen Isolatorschicht 61,62 besteht, wölben sich die keramischen Schichten nach dem Brennen, so daß ein Reißen zwischen dem Leiter und der keramischen Schicht oder ein Abschälen des Leiter oder der keramischen Schicht eintreten können.

Da außerdem ein Edelmetall, wie Platin oder dergl., als Werkstoff für die Leiter 66,67 dient, wird die verbrauchte Platinsmenge beträchtlich mit der Konsequenz einer Kostensteigerung, wenn die Breite der Leiter 66,67 vergrößert wird.

Die vorgenannten Probleme treten sogar auf, wenn man eine Heizeinheit benutzt, die außer dem obigen länglichen Sauerstoffsensor einen selbst als Heizkörper dienenden langen Leiter aufweist.

Es ist Aufgabe der Erfindung, einen keramischen Heizkörper, der die oben genannten Probleme löst, und ein Verfahren zur

**X**

Herstellung desselben zu schaffen.

Nach einer ersten Form der Erfindung hat ein keramischer Heizkörper ein längliches, plattenförmiges Keramiksubstrat, ein in der Nähe wenigstens eines Endes des Keramiksubstrats angeordnetes Widerstandsheizelement und ein Paar längliche, streifenförmige, leitfähige Leiter, die von dem Widerstandsheizelement zu dem anderen Ende des Keramiksubstrats verlaufen, wobei der spezifische Widerstand des leitfähigen Leiters kleiner als der des Keramiksubstrats ist.

Nach einer zweiten Form der Erfindung ist ein Verfahren zur Herstellung eines keramischen Heizkörpers vorgesehen, bei dem man

(a) auf ein Ende einer Oberfläche eines länglichen, plattenförmigen, ungebrannten Keramiksubstrats eine leitfähige Paste aufdruckt, die nach dem Brennen ein Widerstandsheizelement mit gegebenem Widerstandswert bildet,

(b) auf die Oberfläche des ungebrannten Keramiksubstrats eine leitfähige Paste aufdruckt, die nach dem Brennen einen leitfähigen Leiter mit einem kleineren spezifischen Widerstand als dem des Widerstandsheizelements bildet, wobei der Leiter streifenförmig von der das Widerstandsheizelement bildenden leitfähigen Paste zum anderen Ende des Keramiksubstrats verläuft, und

(c) die gesamte Einheit brennt.

Da, wie oben erwähnt, der spezifische Widerstand des Leiters kleiner als der des Widerstandsheizelements ist, kann der Stromverbrauch des Leiters im Vergleich zum Einsatz eines Leiters mit dem gleichen spezifischen Widerstand wie das Widerstandsheizelement verringert werden. Ferner kann der Leiter in einer geringen Breite ausgeführt werden.

Da der Leiter und das Widerstandsheizelement durch Aufdrucken der leitfähigen Paste auf das ungebrannte Keramiksubstrat

X

und anschließendes Brennen gebildet werden, kann die Bindungskraft des Heizkörpers als Ganzes gesteigert werden, und der spezifische Widerstand kann auch leicht eingestellt werden.

Figur 1 ist eine auseinander gezogene perspektivische Ansicht einer ersten Ausführungsform des Sauerstoffsensor-Elements mit der erfindungsgeübten Heizeinheit;

die Figuren 2a bis 2g sind ein Fließschema, das die Stufen der Herstellung des Sauerstoffsensor-Elements der Figur 1 erläutert;

Figur 3 ist eine auseinander gezogene perspektivische Ansicht einer zweiten Ausführungsform der erfindungsgeübten Sauerstoffsensor-Elements;

Figur 4 ist ein Schnitt nach der Linie IV-IV der Figur 3;

Figur 5 ist eine auseinander gezogene perspektivische Ansicht eines herkömmlichen Sauerstoffsensor-Elements; und

Figur 6 ist eine teilweise im Schnitt gezeigte Seitenansicht eines Sauerstoffsensors in seiner Gesamtheit.

Figur 1 zeigt als erste Ausführungsform des erfindungsgeübten keramischen Heizkörpers seine Anwendung bei einer Heizeinheit eines Sauerstoffsensor-Elements für den Einsatz in dem oben erwähnten länglichen Sauerstoffsensor. Dabei ist das in dem gleichen Schutzrohr 71 wie in Figur 6 untergebrachte Sauerstoffsensor-Element 1 auseinandergezogen dargestellt.

Das Sauerstoffsensor-Element 1 umfaßt im wesentlichen in gleicher Weise wie das in Figur 5 gezeigte Sauerstoffsensor-Element 40 eine Sensoreinheit 50 und eine Heizeinheit 10. Die Sensoreinheit 50 ist die gleiche wie in Figur 5, so daß ihre genauere Er-

**X**

Läuterung hier unterbleiben kann.

Die Heizeinheit 10 hat im wesentlichen eine ähnliche Bauart wie die in Figur 5 gezeigte Heizeinheit 60. Die zwei länglichen plattenförmigen keramischen Isolatorschichten 11 und 12 sind nämlich übereinandergeschichtet, und an einem Ende ist zwischen den Keramikschichten ein Widerstandsheizelement 15 angeordnet. Auf der Unterseite des anderen Endes der oberen keramischen Isolatorschicht 11 sind zwei Anschlußklemmen 13 und 14 für den Anschluß an eine äußere Stromquelle angeordnet. Ferner sind zwei streifenförmige Leiter 16, 17, welche die Anschlußklemmen 13, 14 mit den beiden Polen des Widerstandsheizelements 15 verbinden, sandwichartig zwischen den keramischen Isolatorschichten 11 und 12 eingelegt. Da in diesem Fall die Länge der unteren keramischen Isolatorschicht 12 kleiner als die der oberen Schicht 11 ist, liegen die Anschlußklemmen 13, 14 und ein Teil jedes Leiters 16, 17 frei an der Atmosphäre. Außerdem können neben der obigen dargestellten Ausführungsform die Enden der Leiter 16, 17 zu dem anderen Ende der Keramikschicht 11 verlaufen, um als Anschlußklemmen 13, 14 zu dienen. Die Breite der Anschlußklemmen 13, 14 ist in jedem Falle genügend groß, um die elektrische Leitung nach außen zu gewährleisten, und nicht immer mit der Breite  $D_2$  der Leiter 16, 17 in Übereinstimmung.

Die Heizeinheit 10 ist mit der Sensoreinheit 50 unter Bildung einer länglichen, plattenförmigen Keramiktafel vereinigt. Mit anderen Worten sind das Widerstandsheizelement 15 und die Leiter 16, 17 in der Keramiktafel des obigen Konstruktion eingebettet.

Bei der ersten Ausführungsform der Erfindung ist der spezifische Widerstand der Leiter 16, 17 kleiner als der des Widerstandsheizelements 15, und die Breite  $D_2$  der Leiter 16, 17 ist schmaler als die in Figur 5 gezeigte Breite  $D_1$  der Leiter 66, 67 (die Breite  $D_3$  der keramischen Isolatorschicht 11, 12 ist jedoch gleich der Breite der in Figur 5 dargestellten keramischen Isolatorschicht 61, 62).

X

Konkreter Ausgedrückt beträgt die Breite  $D_2$  der Leiter 16,17 nicht mehr als  $1/4$  der Breite  $D_3$  der keramischen Isolatorschicht 11,12, und die Gesamtbreite der Leiter 16 und 17 beträgt nicht mehr als  $1/2$  der Breite  $D_3$  der keramischen Isolatorschicht 11,12.

Wenn man das obige Sauerstoffsensor-Element 1 zur Bestimmung der Sauerstoffkonzentration eines Abgases bei einem Kraftfahrzeug einsetzen will, hat die Größe der Keramikschicht zweckmäßigerweise eine Länge von etwa 50-80 mm und eine Breite von etwa 4-7 mm. Wenn die Länge kleiner als der genannte Wert ist, werden die an der Seite des Widerstandsheizelements 15 erzeugte Wärme und die von dem Abgas abgestrahlte Wärme hauptsächlich auf die Anschlußklemmen 13,14 übertragen. Infolgedessen entsteht die Gefahr, daß die in Figur 6 gezeigten Leiterdrähte 77a-77d und Federklippen 79a-79d übermäßig stark aufgeheizt werden.

Da ferner die Dicke der keramischen Isolatorschicht 11,12 infolge ihrer Bildung durch einen Druckvorgang so gering wie etwa 20-50  $\mu$ m ist, beträgt die Breite  $D_2$  der Leiter 16,17 vorzugsweise nicht mehr als 1,5 mm. Insbesondere, wenn der Metallgehalt in dem Leiter 16,17 nicht kleiner als 80 Vol.-% ist, beträgt die Breite  $D_2$  vorzugsweise nicht mehr als 1 mm. Dies ist erforderlich, um die Rißbildung in der keramischen Isolatorschicht 11,12 an der Stelle der Leiter 16,17 zu verhindern, die auf die schwache Bindungskraft zwischen diesen Leitern und der Isolatorschicht 11,12 und die Schrumpfungsdifferenz zwischen beiden während des Bremsens zurückzuführen ist.

Die Einlage des Widerstandsheizelement 15 und der Leiter 16 und 17 zwischen die zwei keramischen Isolatorschichten 11 und 12 (d.h. sie sind in das Laminat der keramischen Isolatorschichten 11,12 eingebettet) ist für die Verringerung der Schädigung des Elements 15 und der Leiter 16,17 infolge der Wärmeerzeugung und für die Verlängerung der Lebensdauer von Vorteil. Daher ist es günstig, daß die keramische Isolatorschicht nicht porös,

**X**



sondern kompakt ist.

Als Material der Leiter 16,17 wird hauptsächlich wenigstens ein Metall der Platingruppe eingesetzt, wie z.B. Platin, Rhodium, Palladium und dergl. oder eine Legierung oder Mischung aus diesen Metallen, denen eine geeignete Menge Keramik zur Einstellung des spezifischen Widerstandes des Leiter zugesetzt wird. In diesem Fall wird die zugesetzte Keramikmenge so eingestellt, daß die Leiter 16,17 die höchste Leitfähigkeit haben.

Als Material für die keramischen Isolatorschichten 11,12 wird hauptsächlich Zirkonoxid oder/und Aluminiumoxid eingesetzt. Außerdem können keramische Materialien, wie Mullit, Steatit, Cor-dierit, Spinel und dergl. eingesetzt werden.

Es ist günstig, als Widerstandsheizelement 15 einen Leiter mit einem positiven Temperaturkoeffizienten des Widerstands zu benutzen. Selbst wenn in diesem Fall beispielsweise das Verhältnis des Widerstandswertes des Widerstandsheizelements 15 zu dem Gesamtwiderstandswert der Leiter 16 und 17 bei Zimmertemperatur 1:1 beträgt, wird der Widerstand des Widerstandsheizelements 15 bei Erhöhung seiner Temperatur durch Stromzufuhr höher als bei Zimmertemperatur. Im Ergebnis ist ein solcher Widerstandswert des Widerstandsheizelements höher als der Gesamtwiderstand der Leiter 16,17, so daß ein größerer Teil der zugeführten Energie als Heizenergie für das Widerstandsheizelement 15 verbraucht wird und die Beheizung wirksam mit weniger Energie durchgeführt werden kann.

Da die Spannungsquelle im allgemeinen konstant ist (12 V im Kraftfahrzeug), wird die Wärme des Widerstandsheizelements 15 durch den Strom bestimmt. Wenn es daher möglich ist, den Energieverbrauch wie oben beschrieben zu verringern, kann der Stromwert klein sein, und die Stärke des Leiterdrahts für die Energiezuführung und die Kontaktkapazität zwischen der Federklinke und der Anschlußklemme 13,14 können verringert werden, oder wenigstens

X

kann die Betriebszuverlässigkeit verbessert werden.

Auf Grund der oben genannten Gegebenheiten ist es wünschenswert, daß das Verhältnis des Widerstands des Widerstandselementes 15 zu dem Gesamtwiderstand zwischen den Anschlußklemmen 13 und 14 nicht kleiner als 50 %, vorzugsweise nicht kleiner als 70 % ist. Dies ist für die Erfindung sehr wirksam.

Als nächstes wird eine konkrete Ausführungsform der Herstellung des vorgenannten Sauerstoffsensor-Elements im einzelnen unter Bezugnahme auf die Figuren 2q bis 2g beschrieben.

Das herzustellende Sauerstoffsensor-Element hat eine Länge von 50-80 mm und eine Breite von 4-7 mm.

Zuerst wird ein Gemisch aus 96 Mol-% Zirkonoxid-Pulver und 4 Mol-% Yttriumoxid-Pulver in einer Menge von insgesamt 1 kg eingewogen und zusammen mit Zirkonoxid-Kieselsteinen und 2 l destillierten Wasser in einen Polyäthylen-Topf eingefüllt. Die Bestandteile werden 48 Stunden auf dem Ständer einer Topfmühle gemischt und pulverisiert. Danach wird die entstandene Trübe aus dem Topf entfernt und in einen Edelstahlbehälter gebracht und unter Bildung eines trockenen Kuchens getrocknet. Der trockene Kuchen wird dann in einem elektrischen Ofen eine Stunde bei 1000 °C zu einem solchen Zustand calciniert, daß er in einer Aluminiumoxidhülse gehalten wird. Der entstandene calcinierte Körper wird durch einen Aluminiumoxid-Malzenbrecher grob gebrochen und zusammen mit Zirkonoxid-Kieselsteinen und 1,5 Gew.-% Aluminiumoxid-Pulver als Sinterhilfsmittel in einen Polyäthylen-Topf gefüllt. Dann wird der Topfinhalt auf einer Topfmühle 48 Stunden pulverisiert, wodurch man teilweise stabilisiertes Zirkonoxid-Pulver erhält.

Das teilweise stabilisierte Zirkonoxid-Pulver wird mit 6 Gew.-% Polyvinylbutyral als Bindemittel und 6 Gew.-% eines Weichmachers gemischt und in einem organischen Lösungsmittelgemisch aus

**X**

50 Vol.-% Diäthylenglykol und 50 Vol.-% Butanol intensiv dispergiert. Die entstandene Trübe wird mit einer Rake! zu einem Band von 0,7 mm Dicke geformt.

Dieses Band wird in vorgegebener Größe geschnitten, um einen ungebrannten Körper für die Festelektrolytkörper 51,56 zu erhalten, welche die in Figur 1 gezeigte Sensoreinheit 50 bilden. Das bedeutet, daß der ungebrannte Körper für den Festelektrolytkörper 51,56 jedem der drei in Fig. 2a gezeigten Flachkörper 21,26a und 26b entspricht.

Auf der anderen Seite werden 60 Vol.-% Platinpulver mit 40 Vol.-% des teilweise stabilisierten Zirkonoxidpulvers gemischt, und es werden 6 Gew.-% Xthylzellulose als Bindemittel und Diäthylenglykol als Lösungsmittel zugesetzt, um eine leitfähige Paste herzustellen. Die gebildete leitfähige Paste wird durch Drucken auf die Ober- und Unterseite des Flachkörpers 21 in einem der Bezugsselektrode 55 entsprechenden Bereich 25, einem der MeBelektrode entsprechenden Bereich 22, den Leitern 58,59 entsprechenden Bereichen 28,29, einem dem Bezugsselektrodenanschluß entsprechenden Bereich 23 und einem dem MeBelektrodenanschluß 54 entsprechenden Bereich 24 aufgebracht. Ferner wird die leitfähige Paste auch auf den inneren Umfang eines Durchgangsloches 21a aufgebracht.

Nachdem die aufgebrachte leitfähige Paste vollständig getrocknet ist, werden die drei festen, ungebrannten Elektrolytplatten 21,26a und 26 b aufeinander geschichtet und unter Druck zu dem in Figur 2b gezeigten Laminat 20 geformt.

Getrennt davon wird Aluminiumoxidpulver mit 6 Gew.-% Polyvinylbutyral und Diäthylenglykol als Lösungsmittel versetzt, um eine Paste für die Herstellung von Isolatorkeramik zu erhalten.

Ferner wird ein Gemisch aus 55 Vol.-% Platinpulver und 45 Vol.-% Aluminiumoxidpulver mit 6 Gew.-% Polyvinylbutyral und

**X**

Diäthylenglykol als Lösungsmittel versetzt, um eine leitfähige Paste (spezifischer Widerstand:  $20 \cdot 10^{-5} \Omega \cdot \text{cm}$ ) für die Bildung des Widerstandsheizelements zu bilden.

Ferner wird ein Gemisch aus 85 Vol.-% Platinpulver und 15 Vol.-% Aluminiumoxidpulver mit 6 Gew.-% Polyvinylbutyral und Diäthylenglykol als Lösungsmittel versetzt, um eine leitfähige Paste (spezifischer Widerstand:  $2 \cdot 10^{-5} \Omega \cdot \text{cm}$ ) für die Bildung des Leiters und der Anschlußklemme herzustellen.

Die Paste für die Herstellung der Isolatorkeramik wird durch Drucken auf die Rückseite des in Figur 2b gezeigten Laminats 20 aufgebracht, um eine der keramischen Isolatorschicht 11 entsprechende, dünne Filmschicht 31 zu bilden (Fig 2c).

Wie in Figur 2d gezeigt ist, wird die leitfähige Paste für die Bildung des Widerstandsheizelements durch Drucken auf das eine Ende der Oberfläche der Schicht 31 aufgebracht, um einen dem Widerstandsheizelement 15 entsprechenden Bereich 35 zu bilden.

Dann wird - wie in Figur 2e gezeigt - die leitfähige Paste zur Bildung des Leiters und der Anschlußklemme durch Drucken auf den übrigen Teil der Oberfläche der Schicht 31 aufgebracht, um die den Leitern 16,17 entsprechenden Bereiche 36 und 37 und die den Anschlußklemmen 13 bzw. 14 entsprechenden Bereiche 33,34 zu bilden.

Wie in Figur 2f gezeigt ist, wird danach wiederum Paste zur Bildung der Isolatorkeramik durch Drucken auf die Schicht so aufgebracht, daß die Bereiche 35,36 und 37 abgedeckt werden und so eine dünne Filmschicht 32 gebildet wird, die der keramischen Isolatorschicht entspricht. Dann wird der entstandene Verbundkörper in einem elektrischen Ofen auf einen Zirkonoxid-Halter gesetzt und 6 Stunden bei  $1450^\circ \text{C}$  gebrannt, wobei man das Sauerstoffsensorelement 1 der in Figur 1 gezeigten Bauart erhält (siehe Figur 2g).

**X**

Das Sauerstoffsensoren-Element 1 der oben angegebenen Bauart hat einen Widerstandswert zwischen den Anschlußklemmen 13 und 14 von etwa  $15 \Omega$  und einen Widerstandswert jedes Leiters 16,17 bei Zimmertemperatur von etwa  $5 \Omega$ . Ferner hat das Sauerstoffsensoren-Element 1 eine Länge von etwa 70 mm, eine Breite von etwa 4,5 mm und eine Dicke von etwa 1,6 mm, wobei die Breite jedes Leiters 16,17 etwa 0,4 mm beträgt.

Bei dem Sauerstoffsensoren-Element 1 tritt nach dem Brennen keine Wölbung auf, und die Bindungsfestigkeit ist in ihrer Gesamtheit ausreichend hoch. Außerdem hat die die Leiter 16 und 17 abdeckende keramische Isolatorschicht eine gute Luftdichtigkeit ohne Spalt- oder Rißbildung.

Dann wird ein mit dem obigen Sauerstoffsensoren-Element 1 (gemäß Zusammenbau nach Figur 6) versehener Sauerstoffsensoren in dem Abgasrohr eines Kraftfahrzeugs angebracht. Das Fahrzeug wird mit einem Luft/Kraftstoff-Verhältnis von 13,0 gefahren; ein Gleichstrom von 12 V wird der Heizeinheit 10 bei einer Abgastemperatur von  $300^\circ\text{C}$  zugeführt, so daß die Sensoreinheit eine Heizleistung von 4 W erhält. Unter den obigen Bedingungen wird als Ausgangswert der Sensoreinheit 50 ein guter Wert von etwa 900 mV gemessen.

Zum Vergleich wird das Sauerstoffsensoren-Element in der gleichen Weise wie oben beschrieben hergestellt, wobei aber abweichend die leitfähige Paste für die Bildung des Widerstandsheizelements zur Bildung der den Leitern 16,17 entsprechenden Bereiche 36,37 dient. In diesem Fall wird in den Bereichen 36,37 rückseitig eine Wölbung verursacht, so daß der anschließende Zusammenbau schwierig ist. Um ferner einen Widerstandswert von etwa  $5 \Omega$  in dem aus der Leitfähigkeitspaste zur Bildung des Widerstandsheizelements hergestellten Leiter zu erreichen, muß die Leiterbreite etwa 1,5 mm betragen. Dadurch wird die gesamte Breite der zwei Leiter 3,0 mm, was größer ist als die halbe Breite des Sauerstoffsensoren-Elements von 4,5 mm.

**X**

Wenn ferner der zusammengesetzte Körper mit so breiten Bereichen für die Leiter nach Auflegen einer Zirkonoxidplatte (etwa 20 g) von gleicher Größe wie das Sauerstoffsensorelement als Gewicht zur Verhinderung der Wölbung gebrannt wird, entsteht die Wölbung nicht, aber die keramische Isolierschicht reißt.

Als nächstes wird die zweite Ausführungsform der Erfindung an einem länglichen Sauerstoffsensorelement beschrieben, der mit einer Sauerstoffpumpe versehen ist. Dieser Sauerstoffsensorelement wird generell benutzt, um den Sauerstoff-Partialdruck in einem zu prüfenden Gas mit Sauerstoffüberschuß zu messen. Figur 3 ist eine auseinandergezogene Ansicht eines in einem solchen Sauerstoffsensorelement benutzten Sauerstoffsensorelements, und Figur 4 ist ein Schnitt nach der Linie IV-IV der Figur 3.

Das in Figur 3 gezeigte Sauerstoffsensorelement 100 umfaßt allgemein eine Sensoreinheit 90 und eine Heizeinheit 80.

In der Sensoreinheit 90 ist zwischen zwei Sauerstoffleitenden, festen Elektrolytkörpern 92 und 94 eine keramische Isolatorschicht 93 angeordnet, und ferner ist ein fester Elektrolytkörper 91 auf die Oberseite des oberen festen Elektrolytkörpers 92 aufgeschichtet.

Auf der Oberseite des festen Elektrolytkörpers 91 sind an seinem einen Ende eine positive Elektrode 95 für die Sauerstoffpumpe und an seinem anderen Ende eine Anschlußklemme 105 ausgebildet, die untereinander durch einen Leiter 101 verbunden sind.

Zwischen dem Festelektrolytkörper 91 und dem Festelektrolytkörper 92 sind eine negative Elektrode 96 für die Sauerstoffpumpe und ein Leiter 102 sandwichartig eingelegt, wobei die negative Elektrode 96 der positiven Elektrode 95 gegenüberliegt und einem in dem Endbereich des festen Elektrolytkörpers 92 ausgebildeten Hohlraum 110 anliegt.

**X**

Auf der Oberseite des festen Elektrolytkörpers 94 sind eine MeBelektrode 97 und ein Leiter 103 ausgebildet, während eine andere MeBelektrode 98, ein Leiter 104, eine mit der negativen Elektrode 96 verbundene Anschlußklemme 106 sowie an die zugehörigen MeBelektroden 97, 98 angeschlossene Anschlußklemmen 107, 108 auf der Unterseite des festen Elektrolytkörpers 94 ausgebildet sind.

Auf dem einen Ende der keramischen Isolatorschicht 93 ist ein dem Hohlraum 110 entsprechendes quadratisches Fenster 111 ausgebildet, während eine mit dem Hohlraum 110 in Verbindung stehende Diffusionsbohrung 112 in dem einen Ende des festen Elektrolytkörpers 94 ausgebildet ist. Ferner ist in jeder MeBelektrode 97 und 98 ein der Diffusionsbohrung 112 entsprechendes Loch ausgebildet. In den festen Elektrolytkörpern 92 und 94 und der keramischen Isolatorschicht 93 sind durchgehende Löcher 114, 115, 116 und 117 zur Führung der Leiter 102 und 103 an die Unterseite des festen Elektrolytkörpers 94 ausgebildet (der innere Umfang jedes dieser durchgehenden Bohrungen ist mit einem Leiter beschichtet).

Bei der Sauerstoffkonzentration 90 der obigen Bauart diffundiert das zu prüfende Gas durch die Diffusionsbohrung 112 in den Hohlraum 110. Dann wird der Sauerstoff-Partialdruck des Testgases in dem Hohlraum 110 durch die Wirkung der Sauerstoffpumpe (bestehend aus den zwei Elektroden 95 und 96 und dem festen Elektrolytkörper 91) im wesentlichen auf null gebracht. Unter dieser Bedingung wird die Sauerstoffkonzentration in dem Testgas aus den Ausgangsspannungen der MeBelektroden 97 und 98 und einem zwischen den Elektroden 95 und 96 fließenden Pumpstrom bestimmt.

In der Heizeinheit 80 ist das Widerstandsheizelement 87 sandwichartig zwischen die Endbereiche von zwei keramischen Isolatorschichten 81 und 82 gelegt, während sich die zwei Leiter 83 und 84 von den beiden Polen des Widerstandsheizelements 87 bis zu den Enden der keramischen Schichten 81 und 82 erstrecken. Ferner sind auf dem anderen Endteil der keramischen Isolatorschicht 82 Anschluß-

**X**

klemmen 85 und 86 ausgebildet, die mit den zugehörigen Leitern 83 und 84 verbunden sind. Da außerdem die Länge der keramischen Isolatorschicht 81 etwas kürzer als die der keramischen Isolatorschicht 82 ist, sind die Anschlußklemmen 85 und 86 freiliegend.

Ferner sind in den Mittelteilen der keramischen Isolatorschichten 81 und 82 in ihrer Längsrichtung verlaufende Schlitz 81a bzw. 82a ausgebildet, so daß die Elektrode 95 und der Leiter 101 für die Atmosphäre zugänglich sind.

Der spezifische Widerstand des Leiters 83,84 ist kleiner als der des Widerstandselements 87, und die Breite der Leiter 83,84 ist kleiner als die der in Figur 5 gezeigten Leiter 66,67.

Zur Herstellung der Heizeinheit 80 wird ein Gemisch aus 75 Vol.-% Platinpulver und 25 Vol.-% Aluminiumoxidpulver (spezifischer Widerstand:  $10 \cdot 10^{-5} \Omega \cdot \text{cm}$ ) als leitfähige Paste zur Bildung des Widerstandselements 87 eingesetzt, während ein Gemisch aus 90 Vol.-% Platinpulver und 10 Vol.-% Aluminiumoxidpulver (spezifischer Widerstand:  $1,5 \cdot 10^{-5} \Omega \cdot \text{cm}$ ) als leitfähige Paste zur Bildung der Leiter 83 und 84 dient.

Wenn das Sauerstoffsensor-Element 100 z.B. eine Länge von 60 mm und eine Breite von 6 mm hat, wird die Breite der Leiter 83,84 auf etwa 1,0 mm nach dem Brennen eingestellt.

Der Widerstand zwischen den Anschlußklemmen 85 und 86 beträgt dann 5,0  $\Omega$ , und der Gesamtwiderstand der Leiter 83 und 84 beträgt 1,5  $\Omega$ .

Die Breite jedes Leiters 101 und 102 für die Elektroden 95 und 96 wird größer gemacht (z.B. 0,7 mm), um die Verringerung der Pumpspannung infolge des Leiterwiderstandes so weit wie möglich zu unterdrücken, während die Breite jedes der Leiter 103 und 104 für die Meßelektroden 97 und 98 0,5 mm beträgt.

**X**



Wenn die Breite jedes Leiters wie oben angegeben festgelegt ist, tritt nach dem Brennen keine Wölbung und Ribbildung auf.

Figur 4 zeigt einen Querschnitt des Sauerstoffsensor-Elements nach der Linie IV-IV der Figur 3. Daraus ist erkennbar, daß die Leiter 83 und 84 in der Halteinheit 80 und der Leiter 101 für die positive Elektrode der Sauerstoffpumpe in der Sensoreinheit 90 auf dem Festelektrolytkörper 91 nebeneinander in im wesentlichen der gleichen Ebene angeordnet sind.

Wenn die Gesamtbreite der Leiter 83 und 84 mehr als die halbe Breite des Sauerstoffsensor-Elements 100 beträgt und wenn ferner der Leiter 101 angeordnet ist, werden durch das Brennen zur Herstellung des Sauerstoffsensor-Elements Wölbung, Ribbildung und Abschälung der Leiter und dergl. verursacht. Wenn andererseits die Gesamtbreite der Leiter 83 und 84 mehr als  $\frac{2}{3}$  der Breite des Sauerstoffsensor-Elements beträgt, läßt sich die Anordnung des Leiters 101 physikalisch nicht realisieren. Dagegen kann bei der dargestellten Ausführungsform der Figuren 3 und 4 der Energieverbrauch in den Leitern 83 und 84 dadurch verringert werden, daß man den spezifischen Widerstand jedes Leiters im Vergleich zu dem spezifischen Widerstand des Widerstandsheizelements klein macht, und der andere Leiter kann auch in im wesentlichen der gleichen Ebene zusätzlich zu den Leitern 83 und 84 dadurch angeordnet werden, daß man die Breite der Leiter 83,84 schmal macht. Dadurch kann die Breite der beiden keramischen Schichten 81 und 82 zur gegenseitigen Isolierung der Leiter schmal gemacht werden. Daher ist es möglich, über die Ausführungsform der Figuren 3 und 4 hinaus einen Sauerstoffsensor mit einem komplizierten und vielfunktionalen Aufbau herzustellen.

Bei der Herstellung der Sauerstoffsensor-Elemente 1 und 100 können andere Verfahren als das in den Figuren 2a bis 2g gezeigte Verfahren Anwendung finden, z.B. ein Verfahren, bei dem die Anschlußklemmen 13,14,85,86 nach dem Brennen und dergl. gebildet

**X**

werden.

Obgleich die oben dargestellten Ausführungsformen unter Bezugnahme auf das Sauerstoffsensorelement mit keramischem Heizkörper beschrieben wurden, kann die Erfindung auch bei einem Heizkörper selbst, einer Heizeinheit für andere heizbedürftige Geräte als das Sauerstoffsensorelement und dergl. angewandt werden.

Obgleich bei den oben erläuterten Ausführungsformen der größere Teil des Widerstandsheizelements und die Leiter sandwichartig zwischen keramischen Isolatorschichten eingelegt sind, können diese Teile vollständig freiliegend auf der Keramikschrift angeordnet sein. Außerdem kann die Heizeinheit in der Sensoreinheit angeordnet sein.

Wie oben erwähnt, ist der spezifische Widerstand des leitfähigen Leiters in dem länglichen keramischen Heizkörper erfindungsgemäß kleiner als der spezifische Widerstand des Widerstandsheizelements, so daß der Energieverbrauch des Leiters verringert werden kann und die Beheizung in wirksamer Weise bei kleinerem Energie- bzw. Stromverbrauch erfolgen kann.

Da ferner die Breite des Leiters zur Verringerung der in dem keramischen Heizkörper belegten Leiterfläche schmal sein kann, wird die Bindungskraft zwischen den den Leiter abdeckenden Keramikschriften groß, so daß keine Gefahr der Wölbung oder Rißbildung nach dem Brennen entsteht.

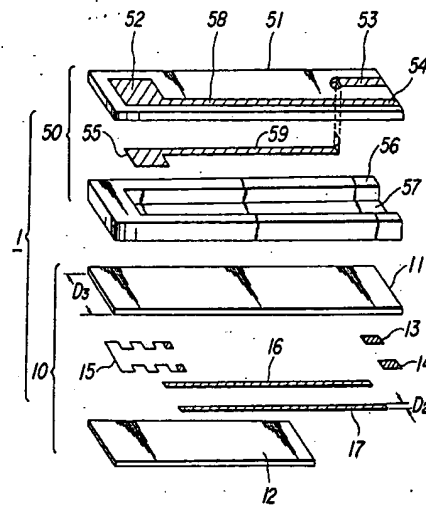
Wenn darüber hinaus die leitfähige Paste durch Drucken aufgebracht und dann unter Bildung des Leiters und des Widerstandsheizelements gebrannt wird, kann die Bindungskraft des keramischen Heizkörpers als Ganzes gesteigert und der spezifische Widerstand leicht eingestellt werden.

1  
X

Nummer: 35 38 450  
 Int. CL<sup>8</sup>: H 05 B 3/08  
 Anmeldetag: 29. Oktober 1955  
 Offenlegungstag: 30. April 1958

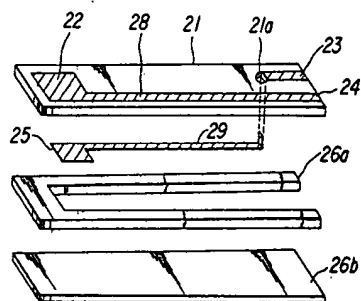
- 89 -

FIG. 1

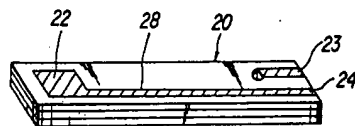


X

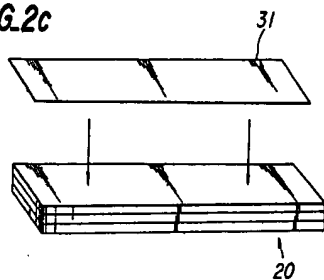
**FIG.2a**



**FIG.2b**



**FIG.2c**



**X**

FIG.2d

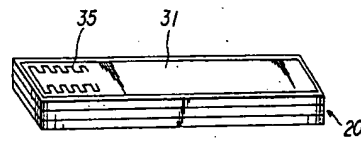


FIG.2e

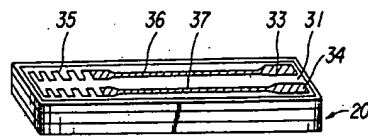
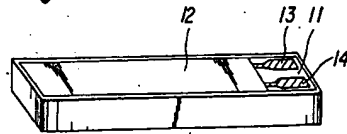


FIG.2f

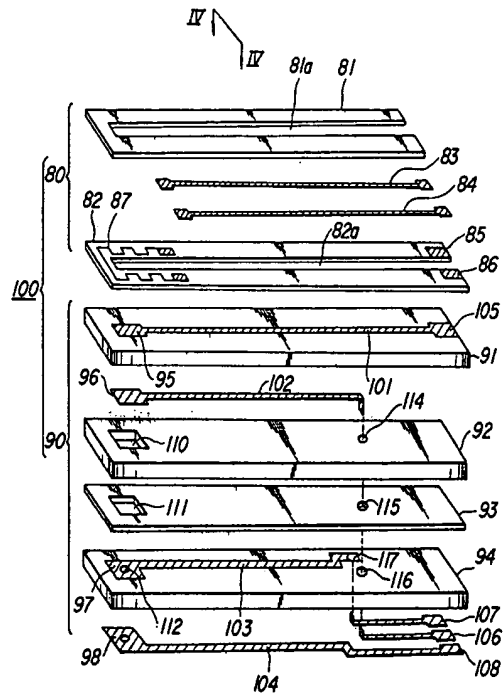


FIG.2g



X

FIG. 3



X

FIG. 4

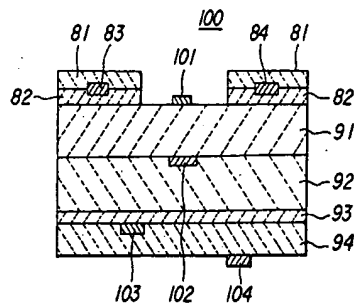
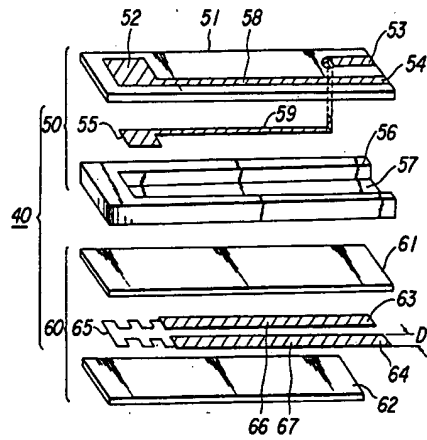


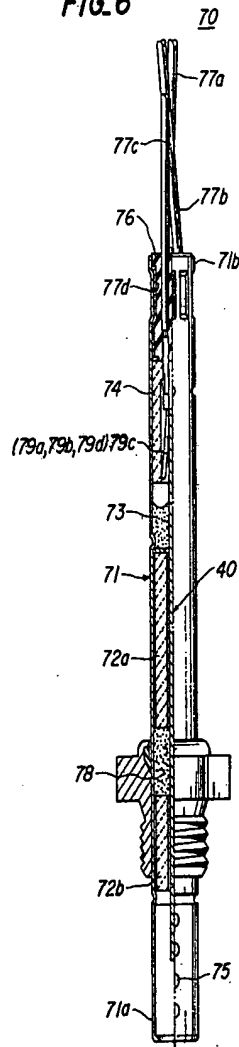
FIG. 5

STAND DER TECHNIK



X

FIG. 6



X